

**Combination of reciprocating pump with hydraulic reciprocating engine - has valve arrangement of engine operated by pressure pulsations in coupled pump working volume**  
**Patent Assignee:** URACA PUMPENFABRIK GMBH & CO KG; URACA PUMPENFAB GMB  
**Inventors:** DETTINGER W W

**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 3923722	A	19910131	DE 3923722	A	19890718	199106	B
GB 2237332	A	19910501	GB 9015715	A	19900717	199118	
GB 2237332	B	19930922	GB 9015715	A	19900717	199338	
DE 3923722	C2	19970710	DE 3923722	A	19890718	199732	
CH 688287	A5	19970715	CH 902314	A	19900711	199733	

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 3923722 A ( 19890718)

**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 3923722	C2		14		

**Abstract:**

DE 3923722 A

The reciprocating engine (2,5,8,9) is controlled by an inlet and outlet valve arrangement (9) operated by a hydraulic medium, with a synchronously coupled or common piston (2) for the reciprocating pump. The inlet and outlet valves are operated by the pressure pulsations in the pump working volume (4).

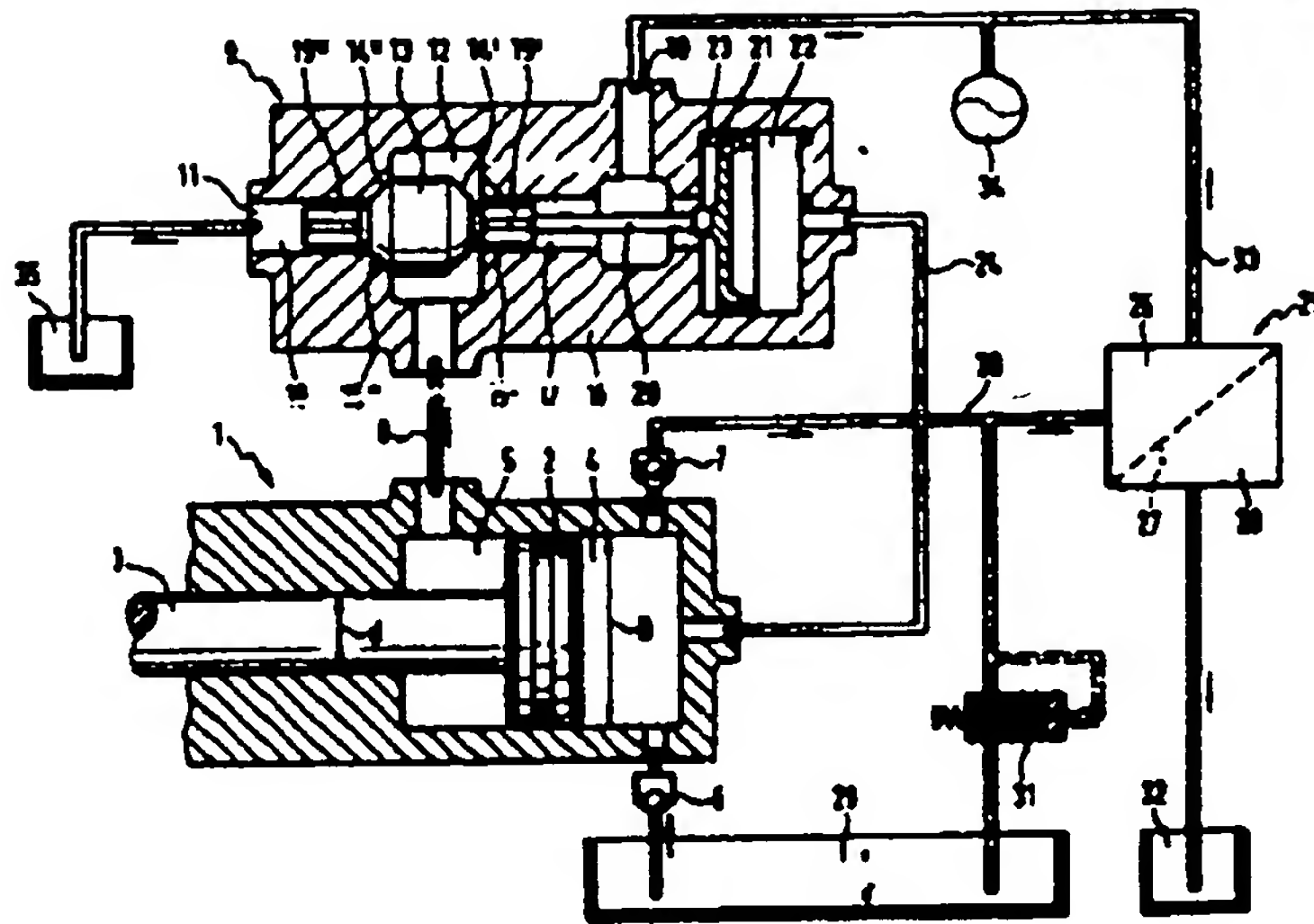
The pump and engine piston has a larger pump side surface and a smaller engine side surface, the ratio of the surface areas corresponding to the volume ratio of the concentrate to filtrate flow in a reverse osmosis process.

USE - In reverse osmosis stage of desalination process. (14pp Dwg.No.1/5)

GB 2237332 B

Combination of a displacement pump or piston pump and a displacement motor or piston motor controlled by means of an inlet and outlet valve arrangement and drivable by a fluidic or hydraulic pressure medium, there being compulsorily coupled or common displacement members or pistons for the pump and motor which operate in synchronism, or with the same frequency, characterised in that the inlet and outlet valve arrangement (9; 60, 65) of the motor (2, 5, 8, 9; 36, 27, 8, 9; M) is controllable or is actuated by the pressure pulsations in a working chamber (4; 38; 54) of the pump.

Dwg.1



Derwent World Patents Index

© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 8533606

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Patentschrift  
⑩ DE 39 23 722 C 2

- ②1 Aktenzeichen: P 39 23 722.2-15  
②2 Anmeldetag: 18. 7. 89  
④3 Offenlegungstag: 31. 1. 91  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 10. 7. 97

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 04 B 9/10**  
F 04 B 7/02  
F 04 B 1/08

DE 39 23 722 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Uraca Pumpenfabrik GmbH & Co KG, 72574 Bad  
Urach, DE

⑦4 Vertreter:

Patentanwalts-Partnerschaft Rotermund + Pfusch,  
70372 Stuttgart

⑦2 Erfinder:

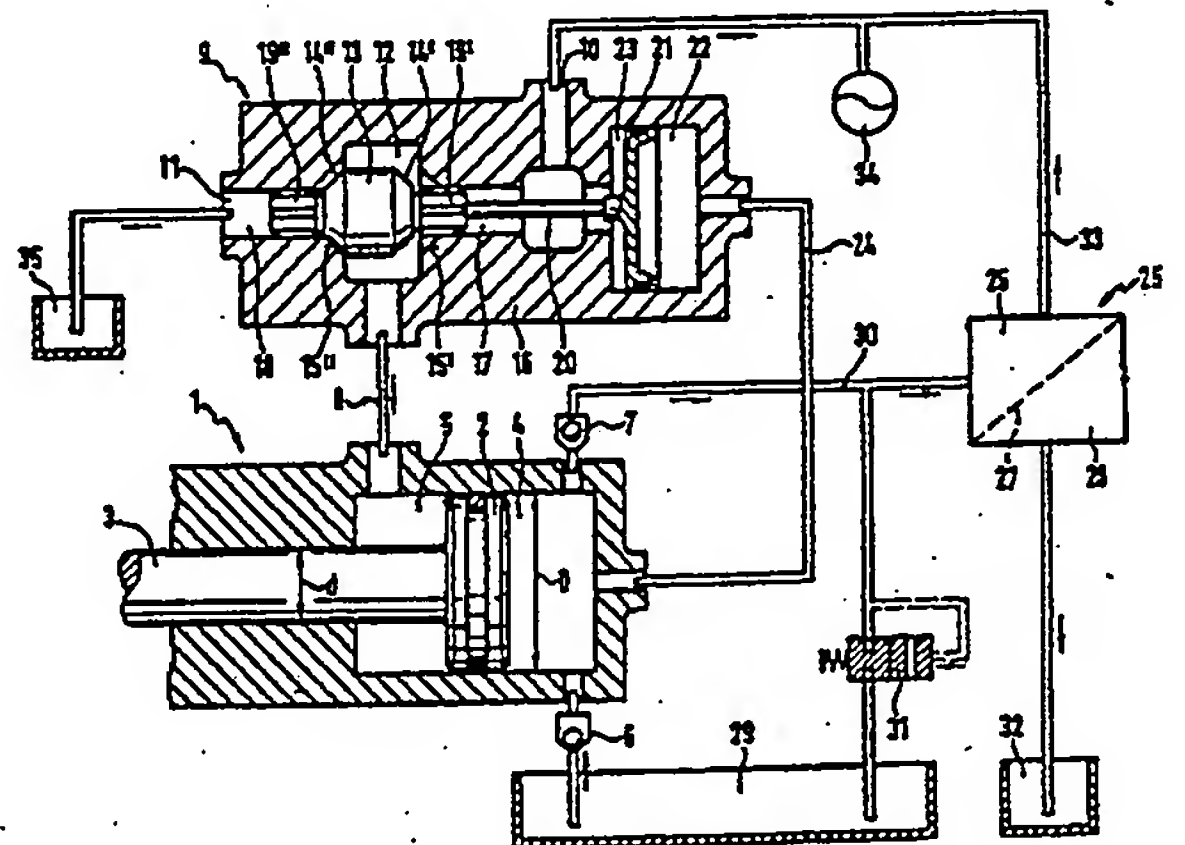
Dettinger, Willi W., Prof. Dr.-Ing., 7432 Bad Urach,  
DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	36 00 341 A1
DE	31 41 033 A1
DE-GM	18 93 810
GB	14 87 053
US	44 19 055

⑤4 Kombination von Verdrängerpumpe, insbesondere Kolbenpumpe, und Verdrängermotor, insbesondere Kolbenmotor

- ⑤7 Kombination von Verdrängerpumpe, insbesondere Kolbenpumpe, und mittels Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung gesteuertem, durch fluidisches oder hydraulisches Druckmedium antreibbarem Verdrängermotor, insbesondere Kolbenmotor, mit in Gleichtakt oder mit gleicher Taktfrequenz arbeitenden zwangsgekoppelten oder gemeinsamen Verdrängern oder Kolben für Pumpe und Motor, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9; 60, 85) des Motors (2, 5, 8, 9; 38, 37, 8, 9; M) fluidisch oder hydraulisch durch die Druckpulsationen im Pumpenarbeitsraum (4, 38, 54) gesteuert oder betätigt wird.



DE 39 23 722 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kombination von Verdrängerpumpe, insbesondere Kolbenpumpe, mit mittels Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung gesteuertem, durch fluidisches oder hydraulisches Druckmedium an-  
treibbarem Verdrängermotor, insbesondere Kolbenmotor, mit in Gleichtakt oder mit gleicher Taktfrequenz arbeitenden zwangsgekoppelten oder gemeinsamen Verdrängern oder Kolben für Pumpe und Motor.

Aus der GB-A 14 87 053 ist eine solche Kombination von Kolbenpumpe und Kolbenmotor mit miteinander fest verbundenen Kolben bekannt. Die Steuerung der Einlaß- und Auslaßventilanordnung des Kolbenmotors erfolgt mittels Annäherungsschalter, die von den Pumpenkolben in deren Endlagen betätigt werden, so daß die Kolbenarbeitsräume des Motors im Gleichtakt zu den Pumpenhüben mit Druckmedium in der richtigen Richtung beaufschlagt oder vom Druckmedium entlastet werden. Die Annäherungsschalter arbeiten elektrisch, insbesondere induktiv, und betätigen ein elektrisches Stellaggregat für die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung des Kolbenmotors.

Aus der DE 36 00 341 A1 ist es bekannt, die Regelung des Förderstromes einer Pumpe derart vorzunehmen, daß der Einfluß der Kompressibilität des Pumpmediums auf den Volumenstrom ausgeglichen wird.

Wenn eine Pumpe gegen eine größere Druckdifferenz arbeitet, wird das Druckventil erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung nach Beginn des Druckhubes der Pumpe öffnen. Dies beruht darauf, daß der Pumpenkolben zunächst einen Teilhub zur Vorkompression des im Kolbenarbeitsraum eingeschlossenen Pumpmediums ausführen muß, bevor der Druck im Kolbenarbeitsraum ausreicht, das Druckventil der Pumpe zu öffnen. Je nach Gegendruck auf der Druckseite der Pumpe kann das Druckventil etwas früher oder später öffnen. Dies ist gleichbedeutend damit, daß das im Verlauf des Druckhubes zur Druckseite der Pumpe ausgeschobene Pumpmedium unterschiedliche Volumen hat. Bei unverändert bleibender Hubfrequenz der Pumpe würde sich dementsprechend der erzeugte Volumenstrom verändern.

Diesem Effekt wird gemäß der DE 36 00 341 A1 entgegengewirkt, indem erfaßt wird, welchen Hubweg der Pumpenkolben während des Vorkompressionshubes, d. h. zwischen Beginn des Druckhubes und Öffnungspunkt des Druckventiles, ausführt. Zu diesem Zweck erfolgen Druckmessungen am Pumpenaggregat.

Es gibt eine Vielzahl von Verfahren bzw. Prozessen, bei denen ein fluidisches bzw. hydraulisches Medium auf erhöhten bzw. hohen Druck gebracht werden muß, um eine erwünschte Veränderung des Mediums zu erzielen. Zur Herstellung entsprechender Drücke werden Pumpen eingesetzt, die das jeweilige Medium gegen Druck zu fördern vermögen. Bei derartigen Verfahren bzw. Prozessen ist es des öfteren möglich und unter dem Gesichtspunkt eines geringen Energiebedarfes auch erwünscht, einen Teil des unter erhöhtem bzw. hohem Druck stehenden fluidischen bzw. hydraulischen Mediums nach Durchführung des jeweiligen Verfahrens bzw. Prozesses zur Energieerzeugung heranzuziehen, indem das Druckmedium unter Leistung von mechanischer Arbeit entspannt wird. Dazu können ventilgesteuerte Verdränger bzw. Kolbenmotoren eingesetzt werden.

Ein typisches Beispiel eines derartigen Prozesses ist die Gewinnung von salzfreiem bzw. trinkbarem Wasser

aus salzhaltigem Meerwasser mittels des Verfahrens der sogenannten Umkehrosmose. Dabei wird das salzige Meerwasser unter hohem Druck (ca. 70 bis 80 bar) einer Umkehrosmose-Anlage zugeführt, die im wesentlichen aus einer Hochdruckkammer und einer Niederdruckkammer besteht, wobei die beiden Kammern voneinander durch spezielle Membranen abgetrennt werden, welche bei hinreichender Druckdifferenz zwischen Hochdruck- und Niederdruckkammer den Durchtritt von Wasser aus der Hochdruck- in die Niederdruckkammer ermöglichen, dabei jedoch das Salz des Meerwassers in der Hochdruckkammer zurückhalten. Dementsprechend kann aus der Niederdruckkammer als Filtrat der umgekehrten Osmose entsalztes bzw. trinkbares Wasser abgeführt werden, während aus der Hochdruckkammer als Konzentrat fortwährend Salzwasser mit gegenüber dem Meerwasser erhöhtem Salzgehalt entfernt werden muß. Dieses unter dem hohen Druck stehende Salzwasser wird einem Verdränger- bzw. Kolbenmotor (Wassermotor) zugeführt, um einen Teil der für das Verpumpen des Meerwassers aufgewendeten Energie zurückzugewinnen, bevor das Salzwasser mit geringem Druck dem Meer oder einer sonstigen Verwendung zugeführt wird.

Bei dem geschilderten Verfahren der umgekehrten Osmose wird aus dem zugeführten Meerwasser volummäßig zu ca. 40% entsalztes bzw. trinkbares Wasser und zu ca. 60% Salzwasser mit erhöhtem Salzgehalt erzeugt. Dementsprechend kann mittels des Wassermotors theoretisch bis zu ca. 60% der von der Pumpe benötigten Leistung zurückgewonnen werden, denn nur ca. 40% der Pumpenleistung wird unmittelbar für den Durchtritt des Filtrates, d. h. den entsalzten bzw. trinkbaren Wassers, durch die Membran unter Trennung vom Salz benötigt.

In diesem Zusammenhang ist es bekannt, Pumpe und Wassermotor mit gemeinsamen bzw. miteinander zwangsgekoppelten Verdrängern bzw. Kolben anzuordnen, derart, daß jeweils ein Arbeitshub des Wassermotors mit dem Druckhub der Pumpe zusammenfällt. Auf diese Weise erzeugt der Wassermotor jeweils unmittelbar beim Betrieb der Pumpe einen Teil des Leistungsbedarfes der Pumpe, d. h. die Kombination aus Pumpe und Wassermotor benötigt insgesamt nur eine Antriebsleistung, die gegenüber dem Leistungsbedarf der Pumpe um die Leistung des Wassermotors vermindert ist.

Bisherige Kombinationen von Verdränger- bzw. Kolbenpumpe und ventilgesteuertem Verdränger- bzw. Kolbenmotor sind konstruktiv unerwünscht aufwendig.

Deshalb ist es Aufgabe der Erfindung, ohne Beschränkung auf bestimmte Anwendungen Kombinationen von Verdränger bzw. Kolbenpumpen und Verdränger- bzw. Kolbenmotoren mit besonders einfacher Konstruktion, insbesondere hinsichtlich der Steuerung der Ventile des Motors, zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden ventilgesteuerten fluidischen bzw. hydraulischen Motor, welcher zur Erzeugung mechanischer Arbeit zwischen einer fluidischen bzw. hydraulischen Druckseite bzw. -quelle und einer Niederdruckseite angeordnet ist, immer mit einer nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden Pumpe zu kombinieren und den pulsierenden Druck im Pumpenarbeitsraum zur Betätigung der Motorventile auszunutzen.



Dies kann einerseits dadurch erfolgen, daß der pulsierende Druck im Pumpenarbeitsraum ein damit verbundenes, nach dem Verdrängerprinzip arbeitendes Antriebsaggregat für die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung des Motors betätigt.

Andererseits ist es prinzipiell auch möglich, Saug- und Druckventile der Pumpe mit den Motorventilen zwangsweise zu koppeln, d. h. die durch die Druckpulsation ausgelösten Ventilhubbe der Pumpenventile steuern die Motorventile.

Hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung wird auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung besonders bevorzugter Ausführungen der Erfindung anhand der Zeichnung verwiesen.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine Kombination einer Kolbenpumpe mit einem Wassermotor in Verbindung mit einer Anlage für die umgekehrte Osmose zur Erzeugung von Trinkwasser aus Meerwasser, wobei die Pumpe zur Förderung des Meerwassers dient und der pulsierende Druck im Pumpenarbeitsraum zum Antrieb eines Verdrängeraggregates zur Betätigung der Ventile des Motors ausgenutzt wird,

Fig. 2 einen Wassermotor, welcher mit einer nur sehr geringe Förderleistung aufweisenden Pumpe kombiniert ist, um den pulsierenden Druck im Pumpenarbeitsraum zur Steuerung der Motorventile ausnutzen zu können,

Fig. 3 eine Pumpen-Motor-Kombination, bei der der zu- und abschaltbare Motor dazu dient, das Pumpmedium mit unterschiedlichem Druck und Volumenstrom zu fördern,

Fig. 4 eine Kombination einer Kolbenpumpe mit einem Wassermotor in Verbindung mit einer Anlage für die umgekehrte Osmose, wobei die Pumpenventile mit den Motorventilen zwangsgekoppelt sind, indem für die Ventile von Motor und Pumpe gemeinsame Schließkörperaggregate angeordnet sind, und

Fig. 5 einen Wassermotor, der in prinzipiell gleicher Weise wie in Fig. 4 mit einer Pumpe kombiniert ist, welche jedoch nur eine sehr geringe Förderleistung aufweist und im wesentlichen nur zur Ventilbetätigung dient.

Gemäß Fig. 1 ist in einem doppelwirkenden Kolben-Zylinder-Aggregat ein Kolben 2 verschiebbar geführt und mittels einer an ihm fest angeordneten Kolbenstange 3 — sowie in der Regel über ein nicht dargestelltes Kurbeltriebwerk — mit einem nicht dargestellten Antriebsaggregat gekoppelt.

Aufgrund der einseitigen Anordnung der Kolbenstange 3 besitzt der Kolben 2 auf seinen Stirnseiten Wirkflächen unterschiedlicher Größe, d. h. auf der von der Kolbenstange 3 abgewandten Seite eine kreisscheibenförmige Wirkfläche mit dem Durchmesser D und auf der Seite der Kolbenstange 3 eine ringscheibenförmige Wirkfläche mit dem Außendurchmesser D und dem Innendurchmesser d, welcher dem Durchmesser der Kolbenstange 3 entspricht.

Der Kolben 2 trennt innerhalb des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 zwei Kolbenarbeitsräume 4 und 5 voneinander ab. Dabei bildet der Kolben 2 zusammen mit dem Kolbenarbeitsraum 4 auf der von der Kolbenstange 3 abgewandten Kolbenseite eine Pumpe mit dem nur schematisch dargestellten Saugventil 6 sowie dem ebenfalls nur schematisch dargestellten Druckventil 7. Saug- und Druckventil 6, 7 arbeiten in üblicher Weise nach Art eines Rückschlagventiles, d. h. das Saugventil 6 läßt lediglich eine Strömung in den Kolbenarbeitsraum 4 zu,

während das Druckventil nur ein Ausströmen des Pumpmediums aus dem Kolbenarbeitsraum 4 ermöglicht.

Zusammen mit dem anderen Kolbenarbeitsraum 5 bildet der Kolben 2 einen hydraulischen Motor bzw. Wassermotor.

Dazu kann der Kolbenarbeitsraum 5 über eine Einlaß- und Auslaßleitung 8 sowie eine Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 entweder mit einem Hochdruckanschluß 10 oder mit einem Niederdruckanschluß 11 verbunden werden. Dazu wird die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 in weiter unten dargestellter Weise derart gesteuert, daß der Kolbenarbeitsraum 5 mit dem Hochdruckanschluß 10 verbunden ist, wenn der Kolben 2 seinen Arbeitshub ausführt, d. h. sich in Fig. 1 nach rechts bewegt; während des Ausschiebehubes, d. h. wenn sich der Kolben 2 in Fig. 1 nach links bewegt, ist die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 so geschaltet, daß der Kolbenarbeitsraum 5 mit dem Niederdruckanschluß 11 kommuniziert.

Die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 besitzt einen Ventilarbeitsraum 12, welcher den zu seiner Längsachse im wesentlichen rotationssymmetrischen Ventilkörper 13 aufnimmt. Der Ventilkörper 13 besitzt zwei voneinander beabstandete kegelstumpfförmige Dichtflächen 14' und 14'', welche mit entsprechend konusförmigen Sitzflächen 15' und 15'' an axial gegenüberliegenden Endseiten des Ventilarbeitsraumes 12 zusammenwirken.

In der in Fig. 1 nach rechts verschobenen Endlage sitzt der Ventilkörper 13 mit seiner Dichtfläche 14' auf der Sitzfläche 15' auf, so daß eine im Ventilgehäuse 16 angeordnete, an der Sitzfläche 15' axial in den Ventilarbeitsraum 12 mündende Bohrung 17 vom Ventilarbeitsraum 12 abgetrennt ist.

In seiner in Fig. 1 nach links verschobenen Endlage sitzt der Ventilkörper 13 mit seiner Dichtfläche 14'' auf der Sitzfläche 15'' auf, so daß eine an der Sitzfläche 15'' axial in den Ventilarbeitsraum 12 mündende, zur Bohrung 17 gleichachsige Bohrung 18 gegenüber dem Ventilarbeitsraum 12 abgesperrt ist.

Der Ventilkörper 13 ist in den Bohrungen 17 und 18 jeweils mit axialen Fortsätzen 19' bzw. 19'' in Achsrichtung verschiebbar geführt. Die Fortsätze 19' und 19'' sind mit Axialnuten versehen, um eine Verbindung zwischen Bohrung 17 und Ventilarbeitsraum 12 bei von der Sitzfläche 15' abgehobener Dichtfläche 14' des Ventilkörpers 13 bzw. eine Verbindung zwischen der Bohrung 18 und dem Ventilarbeitsraum 12 bei von der Sitzfläche 15'' abgehobener Dichtfläche 14'' des Ventilkörpers 13 zu ermöglichen.

Je nach dem, ob der Ventilkörper 13 seine eine oder andere Endlage einnimmt, ist also die radial in den Ventilarbeitsraum 12 einmündende Einlaß- und Auslaßleitung 8 entweder mit der Bohrung 17 sowie dem damit kommunizierenden Hochdruckanschluß 10 oder mit der Bohrung 18 verbunden, die zum Niederdruckanschluß 11 führt.

Der Ventilkörper 13 ist mittels einer Betätigungsstange 20 mit einem Tellerkolben 21 verbunden, dessen Querschnitt im Vergleich zum Querschnitt des Ventilkörpers 13 relativ groß ist. Der Tellerkolben 21 teilt innerhalb des Ventilgehäuses 16 zwei Kolbenarbeitsräume 22 und 23 voneinander ab. Der Kolbenarbeitsraum 23 ist mit der Bohrung 17 und dementsprechend auch mit dem davon abzweigenden Hochdruckanschluß 10 verbunden. Der Kolbenarbeitsraum 22 kommuniziert über eine Steuerleitung 24 mit dem als Arbeits-

raum einer Pumpe angeordneten Kolbenarbeitsraum 4 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1.

Zwischen dem Kolben-Zylinder-Aggregat 1 und der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 ist eine Anlage für Umkehrosmose 25 angeordnet. Diese nur schematisch wiedergegebene Anlage 25 besitzt eine Hochdruckkammer 26 sowie eine davon mittels einer Membrane 27 abgetrennte Niederdruckkammer 28.

Im dargestellten Beispiel soll die Anlage für Umkehrosmose 25 zur Meerwasserentsalzung, d. h. zur Erzeugung von salzfreiem bzw. trinkbarem Wasser aus Meerwasser, eingesetzt werden. Dazu wird der Hochdruckkammer 26 mittels der im Kolben-Zylinder-Aggregat 1 vom Kolben 2, vom Kolbenarbeitsraum 4 und vom Saugventil 6 sowie vom Druckventil 7 gebildeten Pumpe Meerwasser aus einem Reservoir 29 über eine Druckleitung 30 zugeführt, an der ein Druckbegrenzungsventil 31 angeordnet sein kann, um eine eventuelle Überbeanspruchung der Membran 27 durch zu hohen Druck zu verhindern. Aufgrund des Druckgefälles zwischen der Hochdruckkammer 26 und der Niederdruckkammer 28 wird die Membrane 27 von Wasser durchsetzt, wobei jedoch aufgrund der besonderen Struktur der Membrane 27 das Salz in der Hochdruckkammer 26 zurückgehalten wird. Bezogen auf das Volumen des über die Druckleitung 30 zugeführten Meerwassers kann jeweils ein Anteil von ca. 40% entsalztem bzw. trinkbarem Wasser gewonnen werden, d. h. etwa 40% des der Hochdruckkammer 26 zugeführten Volumens durchsetzen als Filtrat die Membran 27 in Form von salzfreiem bzw. trinkbarem Wasser, welches sodann dem Reservoir 32 zugeleitet wird.

Das auf der Hochdruckseite der Membran 27 zurückbleibende Konzentrat, d. h. Salzwasser mit gegenüber dem Meerwasser erhöhtem Salzgehalt, welches bezogen auf die Menge des über die Druckleitung 30 zugeführten Meerwassers einen Anteil von ca. 60% darstellt, wird über eine Leitung 33 aus der Hochdruckkammer 26 zum Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 geleitet. Dabei arbeitet die Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 derart, daß das unter hohem Druck stehende Salzwasser jeweils während des Druckhubes der durch den Kolben 2, den Kolbenarbeitsraum 4 sowie das Saugventil 6 und das Druckventil 7 gebildeten Pumpe in den Kolbenarbeitsraum 5 des Kolben-Zylinder-Aggregates geleitet wird, so daß der Druckhub der vorgenannten Pumpe durch den Arbeitshub des Wassermotors unterstützt wird, welcher innerhalb des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 von dem Kolben 2 sowie dem Kolbenarbeitsraum 5 und der von der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildet wird.

Während des Druckhubes der vorgenannten Pumpe herrscht nämlich im Kolbenarbeitsraum 4 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 ein entsprechend hoher Druck, welcher sich über die Steuerleitung 24 in den Kolbenarbeitsraum 22 des Tellerkolbens 21 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 fortpflanzt. Beim Saughub dieser Pumpe herrscht dagegen im Kolbenarbeitsraum 4 sowie in dem damit über die Steuerleitung 24 verbundenen Kolbenarbeitsraum 22 ein Unterdruck.

Im Kolbenarbeitsraum 23 des Tellerkolbens 21 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 liegt immer ein hoher Druck vor, entsprechend dem Druck in der Druckleitung 30, der Hochdruckkammer 26 sowie der Leitung 33. Dieser hohe Druck kann gegebenenfalls durch einen an der Leitung 33 angeordneten Druckspeicher 34 weitestgehend frei von Pulsationen gehalten

werden.

Da die dem Kolbenarbeitsraum 22 des Tellerkolbens 21 zugewandte Wirkfläche aufgrund der auf der anderen Kolbenseite angeordneten Betätigungsstange 20 etwas größer ist als die dem Arbeitsraum 23 zugewandte Wirkfläche und da der am Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 vorliegende Druck über die Bohrung 17 auch das hochdruckseitige Ende des Ventilkörpers 13 bzw. des daran angeordneten Fortsatzes 19 beaufschlagt, überwiegen beim Druckhub der vom Kolben 2, vom Kolbenarbeitsraum 4 sowie vom Saugventil 6 und vom Druckventil 7 gebildeten Pumpe diejenigen Druckkräfte, welche den Tellerkolben 21 sowie den damit über die Betätigungsstange 20 fest verbundenen Ventilkörper 13 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 in die in Fig. 1 dargestellte Endlage zu schieben suchen, bei der der Druckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 mit der Kammer 5 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 kommuniziert. Dementsprechend wird der Druckhub der vom Kolben 2, vom Kolbenarbeitsraum 4, vom Saugventil 6 und vom Druckventil 7 gebildeten Pumpe hydraulisch unterstützt.

Beim Saughub der vorgenannten Pumpe liegt im Kolbenarbeitsraum 4 sowie im über die Steuerleitung 24 angeschlossenen Kolbenarbeitsraum 22 des Tellerkolbens 21 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 nur ein sehr geringer Druck vor, so daß der Druck im Kolbenarbeitsraum 23 wesentlich höher als derjenige im Kolbenarbeitsraum 22 des Tellerkolbens 21 ist. Da der Querschnitt des Kolbens 21 auch auf der Seite der Betätigungsstange 20 wesentlich größer als der Querschnitt des Ventilkörpers 13 ist, den der am Hochdruckanschluß 10 anstehende hohe Druck in Fig. 1 nach links zu drängen sucht, kann der im Kolbenarbeitsraum 23 ständig vorhandene hohe Druck den Tellerkolben 21 zusammen mit dem Ventilkörper 13 in dessen rechte Endlage verstellen, so daß der Kolbenarbeitsraum 5 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 über die Einlaß- und Auslaßleitung 8 sowie die Bohrung 18 mit dem Niederdruckanschluß 11 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung verbunden ist.

Dementsprechend führt also der Wassermotor, welcher von dem Kolben 2 sowie dem Kolbenarbeitsraum 5 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 und der von der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildet wird, seinen Ausschiebehub aus, bei dem das zuvor in den Kolbenarbeitsraum 5 unter Druck eingeleitete Salzwasser weitestgehend drucklos in ein Reservoir 35 ausgeschoben wird, wenn die auf der Seite des Kolbenarbeitsraumes 4 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 gebildete Pumpe ihren Saughub durchführt.

Arbeitshub des Wassermotors und Druckhub der Pumpe sowie Ausschiebehub des Wassermotors und Saughub der Pumpe fallen also zusammen.

Auf diese Weise kann ein Anteil der zum Antrieb der Pumpe benötigten Leistung durch den Wassermotor zurückgewonnen werden, so daß sich der Leistungsbedarf des mit der Kolbenstange 3 antriebsgekoppelten, nicht dargestellten Antriebsaggregates entsprechend vermindert.

Im vorliegenden Falle können optimale Verhältnisse etwa dann erreicht werden, wenn das Größenverhältnis zwischen der dem Kolbenarbeitsraum 4 zugewandten kreisscheibenförmigen Wirkfläche des Kolbens 2 und der dem Kolbenarbeitsraum 5 zugewandten ringscheibenförmigen Wirkfläche dieses Kolbens 2 bei ca.



100 : 60 liegt. Damit wird berücksichtigt, daß von dem der Druckleitung 30 zugeführten Volumenstrom nur etwa 60% zur Leitung 33 und damit zur Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gelangen; die restlichen ca. 40% werden dem Reservoir 32 zugeführt.

Das genannte Größenverhältnis der Wirkflächen des Kolbens 2 wird erreicht, wenn gilt

$$\frac{D^2}{D^2 - d^2} = \frac{100}{60}$$

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform besitzt das Kolben-Zylinder-Aggregat 1 einen ersten Kolbenarbeitsraum 36, welcher wie der zugeordnete Kolben 37 einen großen Querschnitt aufweist. Dieser Kolbenarbeitsraum 36 sowie der Kolben 37 bilden zusammen mit der von der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 einen nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden Wassermotor.

Des weiteren besitzt das Kolben-Zylinder-Aggregat 1 einen zweiten Kolbenarbeitsraum 38, welcher wie der zugeordnete plungerartige Kolben 39 einen sehr geringen Querschnitt besitzt. Der Kolbenarbeitsraum 38 ist gleichachsig zum Kolbenarbeitsraum 36 angeordnet, derart, daß der Kolben 39 gleichachsig zum Kolben 37 an dessen dem Kolbenarbeitsraum 36 zugewandter Stirnseite fest angeordnet werden kann.

Der Kolbenarbeitsraum 38 ist mit einem Saugventil 6 sowie einem Druckventil 7, welche nur schematisch dargestellt sind, kombiniert, so daß eine Pumpe mit entsprechend dem Querschnitt von Kolben 37 und Kolbenarbeitsraum 38 geringem Förderstrom gebildet wird.

Der Kolbenarbeitsraum 38 der vorgenannten Pumpe ist wiederum über die Steuerleitung 24 mit dem Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 verbunden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist der Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 an der Bohrung 18, d. h. auf der von dem Tellerkolben 21 abgewandten Seite des Ventilkörpers 13 vorgesehen. Der Niederdruckanschluß 11 ist dagegen mit der Bohrung 17 zwischen Ventilkörper 13 und Tellerkolben 21 verbunden.

Die Druckleitung 30 der vom Kolbenarbeitsraum 38 und Kolben 37 sowie Saugventil 6 und Druckventil 7 gebildeten Pumpe ist an den Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 angeschlossen, der seinerseits wiederum mit einer Quelle 40 für Hochdruckwasser in Verbindung steht.

Der Sauganschluß der von dem Kolbenarbeitsraum 38 und dem Kolben 39 sowie dem Saugventil 6 und dem Druckventil 7 gebildeten Pumpe ist ebenso wie der Niederdruckanschluß 11 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 mit einem Niederdruckreservoir 41 verbunden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform hat die von dem Kolben 39, dem Kolbenarbeitsraum 38 und den Ventilen 6 und 7 gebildete Pumpe eine völlig untergeordnete Förderfunktion. Wesentlich ist lediglich, daß im Arbeitsraum 38 dieser Pumpe ein pulsierender Druck erzeugt wird, welcher sich über die Steuerleitung 24 in den Kolbenarbeitsraum 22 des Tellerkolbens 21 fortpflanzt. Dementsprechend liegt im Kolbenarbeitsraum 22 jeweils der gleiche pulsierende Druck wie im

Arbeitsraum 38 vor.

Dabei ist gewährleistet, daß die Einlaß- und Auslaßleitung 8 mit dem Druckanschluß 10 und dementsprechend mit der Quelle 40 für Druckwasser verbunden ist, wenn sich der Kolben 37 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 in Fig. 2 nach links bewegt, d. h. wenn der von dem Kolben 37, dem Kolbenarbeitsraum 36 sowie der von der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildete Wassermotor seinen Arbeitshub ausführt. Während dieses Arbeitshubes führt nämlich der Kolben 39 der Pumpe 6, 7, 38, 39 seinen Saughub aus, so daß im Kolbenarbeitsraum 38 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 ebenso wie im Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 sehr geringer Druck bzw. Unterdruck vorliegt. Damit wird der Ventilkörper 13 zusammen mit dem Tellerkolben 21 vom Druck des Druckwassers am Druckanschluß 10 aus der in Fig. 2 dargestellten linken Endlage in seine nach rechts verschobene Endlage gedrängt, d. h. die Einlaß- und Auslaßleitung 8 ist mit dem Druckanschluß 10 verbunden und durch den Ventilkörper 13 vom Niederdruckanschluß 11 abgetrennt.

Wenn dagegen der Kolben 37 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 sich in Fig. 2 nach rechts bewegt, führt der Kolben 39 im Kolbenarbeitsraum 38 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 den Druckhub der von dem Kolben 39, dem Kolbenarbeitsraum 38 und den Ventilen 6 und 7 gebildeten Pumpe aus. Dementsprechend ist im Kolbenarbeitsraum 38 ein hoher Druck vorhanden, welcher sich über die Steuerleitung 24 in den Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 fortpflanzt. Dieser Druck drängt aufgrund des großen Querschnittes des Tellerkolbens 21 diesen Kolben 21 zusammen mit dem Ventilkörper 13 gegen den Druck des Druckwassers in der Bohrung 18 in die in Fig. 2 dargestellte linke Endlage, bei der die Einlaß- und Auslaßleitung 8 von dem Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 abgetrennt und mit dem Niederdruckanschluß 11 dieser Ventilanordnung 9 verbunden ist. Dementsprechend kann der Wassermotor, welcher von dem Kolben 37, dem Kolbenarbeitsraum 36 sowie der von der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildet wird, das während des Arbeitshubes unter Druck in den Kolbenarbeitsraum 36 eingeströmte Druckwasser beim Ausschiebehub weitestgehend druckfrei dem Niederdruckreservoir 41 zuführen.

Da bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform die Pumpe 6, 7, 38, 39 nur einen sehr geringen Leistungsbedarf hat, um die Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 in der beschriebenen Weise steuern zu können, wird die vom Wassermotor 8, 9, 36, 37 abgegebene Leistung nur unwesentlich vermindert. Dabei ist zusätzlich zu beachten, daß die Arbeit der vorgenannten Pumpe, soweit deren Leistung den Leistungsbedarf für die Steuerung der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 übersteigt, nicht verlorenggeht, denn dieser den Leistungsbedarf der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 übersteigende Anteil der Pumparbeit wirkt im Sinne einer Erhöhung der Kapazität der Quelle für Druckwasser 40 und kann daher durch die Arbeit des Wassermotors zurückgewonnen werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform hat weitestgehende Ähnlichkeit mit der Ausführungsform nach Fig. 1. Im Unterschied dazu gabelt sich jedoch die Druckleitung 30 in die Leitungen 30' und 30'', wobei die Leitung 30' zu einem Verbraucher 42 und die Leitung 30'' zum Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-

Ventilanordnung 9 führt.

Darüber hinaus ist der Niederdruckanschluß 11 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 mit dem gleichen Niederdruckreservoir 42 bzw. einem entsprechenden drucklosen Reservoir verbunden wie die Saugseite der von dem Kolben 2, dem Kolbenarbeitsraum 4 sowie den Ventilen 6 und 7 im Kolben-Zylinder-Aggregat 1 gebildeten Pumpe.

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1 liegt darin, daß in der den Kolbenarbeitsraum 4 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 mit dem Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 verbindenden Steuerleitung 24 ein Umschaltventil 43 angeordnet ist, welches in seiner einen — dargestellten — Lage die Leitungs-Zweige 24' und 24'' der Steuerleitung 24 miteinander verbindet. In seiner anderen Lage wird der Leitungszweig 24' der Steuerleitung 24 abgesperrt, während der mit dem Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 verbundene Leitungszweig 24'' mit dem Niederdruckreservoir 42 verbunden wird.

Die Funktion der Ausführungsform nach Fig. 3 ist wie folgt:

Zunächst wird davon ausgegangen, daß das Umschaltventil 43 in seiner nicht dargestellten anderen Lage steht, bei der der Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 über den Leitungszweig 24'' der Steuerleitung 24 ständig mit dem Niederdruckreservoir 42 verbunden ist und dementsprechend dauernd praktisch drucklos bleibt. Dies bedeutet, daß der Tellerkolben 21 sowie der Ventilkörper 13 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 ständig in der in Fig. 3 nicht dargestellten anderen Endlage stehen, und zwar unabhängig von der Bewegungsrichtung des Kolbens 2 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1. Der Tellerkolben 21 wird nämlich auf seiner dem Hochdruckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 zugewandten Seite ständig von einem Druck beaufschlagt, welcher dem Druck in der Druckleitung 30 weitestgehend entspricht; vom Kolbenarbeitsraum 22 werden jegliche Druckpulsationen ferngehalten, welche dem vorgenannten Druck entgegenwirken könnten.

Da der Ventilkörper 13 ständig in seiner gemäß Fig. 3 rechten Endlage liegenbleibt, ist der Kolbenarbeitsraum 5 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 über die Einlaß- und Auslaßleitung 8 ständig mit dem Niederdruckanschluß 11 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 und dementsprechend mit dem Niederdruckreservoir 42 verbunden. Dies ist gleichbedeutend, daß der von dem Kolben 2, dem Kolbenarbeitsraum 5 sowie der von der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildete Wassermotor unwirksam ist und keine Arbeit zu leisten vermag, denn die Einlaß- und Auslaßleitung 8 sowie der Kolbenarbeitsraum 5 bleiben aufgrund der genannten Stellung des Ventilkörpers 13 ständig vom Druckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaßventilanordnung 9 abgetrennt.

Somit ist in dieser Stellung des Umschaltventiles 43 nur die Pumpe wirksam, die vom Kolben 2, vom Kolbenarbeitsraum 4 und den Ventilen 6 und 7 gebildet wird. Dabei wird das im Druckhub des Kolbens 2 durch das Druckventil 7 ausgestoßene Pumpmedium vollständig über die Druckleitung 30 und deren Leitungszweig 30' dem Verbraucher 42 zugeführt. Durch den Leitungszweig 30'' kann kein Pumpmedium fließen, weil die Verbindung zwischen dem Druckanschluß 10 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 und der Einlaß- und Auslaßleitung 8 durch den Ventilkörper 13 ständig ge-

sperrt wird.

Wird das Umschaltventil 43 nunmehr in die in Fig. 3 dargestellte Lage umgeschaltet, so pflanzen sich die Druckpulsationen im Kolbenarbeitsraum 4 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 wiederum über die Steuerleitung 24 in den Kolbenarbeitsraum 22 der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 fort, so daß der Ventilkörper 13 die in Fig. 3 dargestellte eine Endlage einnimmt, wenn sich der Kolben 2 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 in Fig. 3 nach rechts bewegt; die andere Endlage des Ventilkörpers 13 wird eingenommen, wenn sich der Kolben 2 in Fig. 3 nach links bewegt.

Sobald also die von dem Kolben 2, dem Kolbenarbeitsraum 4 und den Ventilen 6 und 7 gebildete Pumpe im Druckhub arbeitet, führt der von dem Kolben 2, dem Kolbenarbeitsraum 5 sowie der durch die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 gesteuerten Einlaß- und Auslaßleitung 8 gebildete Wassermotor seinen Arbeitshub aus, wobei der Druck im Kolbenarbeitsraum 5 den Druck im Kolbenarbeitsraum 4 erhöht. Dabei wird dem Verbraucher 42 nur ein Teil des von der Pumpe durch das Druckventil 7 ausgestoßenen Pumpmediums über den Leitungszweig 30' der Druckleitung 30 zugeführt, der andere Teil des Pumpmediums fließt beim Druckhub der Pumpe jeweils über den Leitungszweig 30'' sowie die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 zur Einlaß- und Auslaßleitung 8 und damit in den Kolbenarbeitsraum 5 des Wassermotors.

Beim nachfolgenden Saughub der Pumpe (Kolben bewegt sich in Fig. 3 nach links), wird der Kolbenarbeitsraum 5 des Wassermotors über die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung 9 in das Niederdruckreservoir 42 entleert.

Wenn der Kolben 2 des Kolben-Zylinder-Aggregates 1 über seine Kolbenstange 3 mit einem Antriebsaggregat vorgegebener Leistung verbunden ist, wird bei unwirksam geschaltetem Wassermotor (das Umschaltventil 43 nimmt seine nicht dargestellte Lage ein) dem Verbraucher 42 von der Pumpe ein relativ großer Volumenstrom mit vergleichsweise geringem Druck zugeführt.

Sobald der Wassermotor wirksam geschaltet ist (das Umschaltventil 43 nimmt die dargestellte Lage ein), kann dem Verbraucher 42 ein kleinerer Förderstrom mit entsprechend hohem Druck zugeführt werden.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Anlage treibt ein nicht dargestelltes Antriebsaggregat einen Plunger 50, der mit dem Antriebsaggregat in herkömmlicher Weise über ein Kurbeltriebwerk antriebsgekoppelt sein kann. Der Plunger 50 ist mit einem Kolben 51, dessen Durchmesser größer als derjenige des Plungers 50 ist, zwangsgekoppelt, wobei jedoch die Verbindung zwischen Plunger 50 und Kolben 51 spielbehaftet ist, derart, daß sich Plunger 50 und Kolben 51 begrenzt relativ zueinander verschieben können. Zur Kupplung von Plunger 50 und Kolben 51 dient ein am Plunger 50 angeordneter pilzförmiger Bolzen 52, dessen Schaftbereich 52' einen etwas geringeren Durchmesser als die von ihm durchsetzte Bohrung 53 im Boden des Kolbens 51 aufweist. Dementsprechend können die vom Kolben 51 voneinander abgetrennten Kolbenarbeitsräume 54 und 55 miteinander kommunizieren, wenn der Kolben 51 eine Lage wie in Fig. 4 einnimmt, wo der Boden des Kolbens 51 einerseits von der zugewandten Stirnseite des Plungers 50 und andererseits vom Kopf des Bolzens 52 beabstandet ist. Wenn sich der Kolben 51 relativ zum Plunger 50 in seine Endlagen verschiebt, wird die Bohrung 53 entweder durch Zusammenwirken des Bodens des Kolbens 51 mit dem Kopf des Bolzens 52 oder durch Zusammenwir-



ken des Bodens des Kolbens 51 mit der zugewandten Stirnseite des Plungers 50 abgesperrt.

Der Kolbenarbeitsraum 54 bildet den Arbeitsraum einer Verdrängerpumpe P mit der Saugleitung bzw. dem Saugleitungsanschluß 56 sowie der Druckleitung bzw. dem Druckleitungsanschluß 57.

Der Kolbenarbeitsraum 55 bildet den Arbeitsraum eines nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden Wassermotors M mit der Einlaßleitung bzw. dem Einlaßanschluß 58 sowie der Auslaßleitung bzw. dem Auslaßanschluß 59.

Ein erstes Ventilaggregat besitzt einen Ventilkörper 60, der mit zwei Sitzen 61 und 62 zusammenwirkt und von einer Schließfeder 63 gegen die genannten Sitze 61 und 62 gedrängt wird. Das Ventilaggregat mit dem Ventilkörper 60 arbeitet einerseits als Saugventil für die Pumpe P und andererseits als Auslaßventil für den Motor M, d. h. beim Abheben der Dichtfläche 60' vom Sitz 61 werden der Saugleitungsanschluß 56 und der Kolbenarbeitsraum 54 miteinander verbunden; gleichzeitig wird eine Verbindung zwischen dem Kolbenarbeitsraum 55 und dem Auslaßanschluß 59 geschaffen, weil die Dichtfläche 60'' des Ventilkörpers 60 vom Sitz 62 abhebt.

Im übrigen hat der Ventilkörper 60 noch die Funktion, den Saugleitungsanschluß 56 der Pumpe P vom Auslaßanschluß 59 des Motors M zu trennen. Dazu wirkt der Ventilkörper 60 in allen seinen möglichen Lagen dichtend mit einem den Ventilkörper 60 umschließenden zylindrischen Gehäuseabschnitt 64 zusammen, welcher zwischen dem Saugleitungsanschluß 56 und dem Auslaßanschluß 59 angeordnet ist und zwischen dem Ventilkörper 60 und dem Ventilgehäuse gebildete Ringräume im Zusammenwirken mit dem Ventilkörper 60 trennt.

Die Dichtflächen 60' und 60'' des Ventilkörpers 60 sowie die zugeordneten Sitze 61 und 62 sind so bemessen, daß in Schließlage des Ventilkörpers 60 der vom Druck im Kolbenarbeitsraum 54 in Schließrichtung beaufschlagte Querschnitt des Ventilkörpers 60 größer ist als der vom Druck im Kolbenarbeitsraum 55 am Sitz 62 in Öffnungsrichtung beaufschlagte Querschnitt des Ventilkörpers 60.

Ein zweites Ventilaggregat besitzt ein Ventilkörperaggregat 65 mit einem ersten tellerartigen Ventilkörper 65' sowie einem zweiten tellerartigen Ventilkörper 65'' und wird von einer Schließfeder 66 gegen den Ventilkörpern 65' und 65'' zugeordnete Sitze 67 und 68 gedrängt.

Das Ventilaggregat mit dem Ventilkörperaggregat 65 arbeitet für die Pumpe P als Druckventil und für den Motor M als Einlaßventil. Wenn also der Ventilkörper 65' von seinem Sitz 67 abhebt, wird der Kolbenarbeitsraum 54 mit dem Druckleitungsanschluß 57 verbunden; gleichzeitig werden der Kolbenarbeitsraum 55 und der Einlaßanschluß 58 verbunden, weil der Ventilkörper 65'' von seinem Sitz 68 abhebt.

Im übrigen verschließt der zwischen den Ventilkörpern 65' und 65'' angeordnete Schaft des Ventilkörperaggregates 65 eine Gehäusebohrung zwischen dem Druckleitungsanschluß 57 sowie dem Einlaßanschluß 58, d. h. diese beiden Anschlüsse besitzen keine direkte Verbindung miteinander.

Die Durchmesser der Ventilkörper 65' und 65'' sowie der zugeordneten Sitze 67 und 68 sind so bemessen, daß in Schließlage des Ventilkörperaggregates 65 der vom Druck am Druckleitungsanschluß 57 in Schließrichtung beaufschlagte Querschnitt des Ventilkörpers 65' größer

ist als der vom Druck am Einlaßanschluß 58 in Öffnungsrichtung beaufschlagte Querschnitt des Ventilkörpers 65''.

Die in Fig. 4 dargestellte Kombination von Pumpe P und Motor M ist wiederum einer Anlage für Umkehrosmose 25 zugeordnet. Dazu ist der Saugleitungsanschluß 56 mit dem Reservoir 29 für Meerwasser verbunden. Vom Druckleitungsanschluß 57 führt eine Leitung 30, in der ein nicht dargestelltes Druckbegrenzungsventil angeordnet ist, zur Hochdruckkammer 26 der Anlage für Umkehrosmose 25. Von dieser Hochdruckkammer 26 führt die Leitung 33 zum Einlaßanschluß 58, während von der Niederdruckkammer 28 wiederum eine Leitung zu einem Reservoir 32 für Trinkwasser bzw. entsalztes Wasser führt. Der Auslaßanschluß 59 ist mit dem Reservoir 35 für das beim Prozeß der Umkehrosmose gebildete Konzentrat verbunden.

Wenn sich der Kolben 51 in Fig. 4 nach unten bewegt, wird pumpenseitig der Saughub und motorseitig der Ausschiebehub ausgeführt, d. h. der Ventilkörper 60 nimmt seine Öffnungslage ein, so daß vom Reservoir 29 Meerwasser in den Kolbenarbeitsraum 54 strömt und aus dem Kolbenarbeitsraum 55 Konzentrat zum Reservoir 35 hin ausgeschoben wird. Während dieses Abwärtshubes des Kolbens 51 bleibt das Ventilkörperaggregat 65 in seiner Schließlage.

Bewegt sich der Kolben 51 in Fig. 4 nach oben, so führt er pumpenseitig den Druckhub und motorseitig den Arbeitshub aus, wobei aus dem Kolbenarbeitsraum 54 Pumpmedium (Meerwasser) zum Druckleitungsanschluß 57 und damit zur Leitung 30 ausgeschoben wird, während gleichzeitig über die Leitung 33 unter Druck stehendes Konzentrat von der Anlage für Umkehrosmose 25 über den Einlaßanschluß 58 in den Kolbenarbeitsraum 55 strömt. Während dieser Phase, in der das Ventilkörperaggregat 65 seine Öffnungslage einnimmt, bleibt der Ventilkörper 60 in seiner Schließlage.

Der Volumenstrom vom Saugleitungsanschluß 56 zum Druckleitungsanschluß 57 ist wiederum größer als der Volumenstrom vom Einlaßanschluß 58 zum Auslaßanschluß 59, weil der Kolben 51 im Kolbenarbeitsraum 54 mit seinem gesamten Querschnitt wirksam arbeitet, während im Arbeitsraum 55 im wesentlichen nur die Differenz der Querschnitte von Kolben 51 und Plunger 50 wirksam wird. Damit kann wiederum berücksichtigt werden, daß nur ein Anteil des von der Pumpe P geförderten Volumens als Konzentrat an der Leitung 33 zur Verfügung steht, während ein weiterer Volumensanteil als trinkbares bzw. entsalztes Wasser zum Reservoir 32 geführt wird.

Bei seiner Hubarbeit wird der Kolben 51 vom Plunger 50 angetrieben, wobei der Plunger 50 den Kolben 51 schiebt, wenn die Hubrichtung in Fig. 4 nach oben gerichtet ist; bei entgegengesetzter Hubrichtung wird der Kolben 51 vom Plunger 50 mittels des pilzförmigen Bolzens 52 gezogen.

Während des größten Teiles des Aufwärtshubes wird die Bohrung 53 im Boden des Kolbens 51 abgesperrt, weil der genannte Boden auf der zugewandten Stirnseite des Plungers 50 aufliegt. Während des größten Teiles des Abwärtshubes wird die Bohrung 53 ebenfalls abgeschlossen, weil der Boden des Kolbens 51 auf dem zugewandten Stirnrand des Kopfes des Bolzens 52 aufsitzt.

Sobald der Plunger 50 bei seinem Abwärtshub in Fig. 4 seinen unteren Totpunkt erreicht hat und seinen Aufwärtshub beginnt, bleibt der Kolben 51 zunächst praktisch unbeweglich stehen, bis sich die kolbenseitige Stirnseite des Plungers 50 auf den Boden des Kolbens 51

aufgesetzt hat. Dementsprechend sind bei beginnendem Aufwärtshub des Plungers 50 die Kolbenarbeitsräume 54 und 55 über die Bohrung 53 kurzzeitig miteinander verbunden, wobei der beginnende Aufwärtshub des Plungers 50 eine Verminderung des Gesamtvolumens der Kolbenarbeitsräume 54 und 55 bewirkt.

Diese bei beginnendem Aufwärtshub des Plungers 50 eintretende Verringerung des Gesamtvolumens der Kolbenarbeitsräume 54 und 55 führt einerseits dazu, daß in den Kolbenarbeitsräumen 54 und 55, die während des beginnenden Aufwärtshubes über die Bohrung 53 miteinander kommunizieren, Druckgleichheit eintritt, andererseits wird der Druck in den Räumen 54 und 55 erhöht, bis der Druck ausreicht, das Ventilkörperaggregat 65 von seinen Sitzen 67 und 68 wegzudrängen (der Ventilkörper 60 des anderen Ventilaggregates hat bereits beim Ende des Abwärtshubes von Plunger 50 und Kolben 51 seine Schließstellung eingenommen). Beim weiteren Aufwärtshub des Plungers 50 setzt sich dann der Kolben 51 auf die zugewandte Stirnseite des Plungers 50 auf und wird von demselben mitgeschleppt. Da die vorgenannte Druckerhöhung, welche zum Abheben des Ventilkörperaggregates 65 von seinen Sitzen 67 und 68 führt, auch im Kolbenarbeitsraum 55 des Motors M erfolgt, ist gewährleistet, daß am Einlaßanschluß 58 sowie im Kolbenarbeitsraum 55 annähernd gleiche Drucke vorliegen, wenn das Ventilkörperaggregat 65 seine Öffnungslage einnimmt und der Motor M seinen Arbeitshub ausführt. Aufgrund dieser angenäherten Druckgleichheit vor und hinter dem Ventilkörper 65 können unerwünschte Kavitationserscheinungen beim Einstromen des unter Druck stehenden salzigen Wassers von der Leitung 33 in den Kolbenarbeitsraum 55 vermieden werden.

Sobald der Plunger 50 sowie der Kolben 51 ihren in Fig. 4 oberen Totpunkt erreichen, nimmt das Ventilkörperaggregat 65 seine Schließlage ein.

Bei dem nun beginnenden Abwärtshub des Plungers 50 verharrt der Kolben 51 zunächst in seiner in Fig. 4 oberen Endlage, bis sich der Plunger 50 so weit nach unten bewegt hat, daß sich der Kopf des Bolzens 52 auf den Boden des Kolbens 51 aufsetzt.

Somit sind bei beginnendem Abwärtshub des Plungers 50 wiederum die Kolbenarbeitsräume 54 und 55 für eine gewisse Zeit über die Bohrung 53 miteinander verbunden, wodurch ein Druckausgleich zwischen den Kolbenarbeitsräumen 54 und 55 eintritt. Gleichzeitig vergrößert sich aufgrund der Abwärtsbewegung des Plungers 50 das Gesamtvolumen der Kolbenarbeitsräume 54 und 55, wodurch der Druck in den bei beginnendem Abwärtshub des Plungers 50 miteinander über die Bohrung 53 kommunizierenden Kolbenarbeitsräumen 54 und 55 vermindert wird. Bei dem weiteren Abwärtshub des Plungers 50 wird dann der Kolben 51 mitgeschleppt, wobei pumpenseitig der Saughub und motorseitig der Ausschiebehub durchgeführt wird, wobei der Ventilkörper 60 von seinen Sitzen 61 und 62 abhebt.

Da der vorgenannte Druckabfall bei beginnendem Abwärtshub des Plungers 50 auch im Kolbenarbeitsraum 55 des Motors M auftritt, wird erreicht, daß zum Zeitpunkt des Abhebens des Ventilkörpers 60 von seinen Sitzen 61 und 62 annähernde Druckgleichheit im Kolbenarbeitsraum 55 sowie am Auslaßanschluß 59 bestehen. Dadurch können unerwünschte Kavitationserscheinungen beim Abheben der Dichtfläche 60' des Ventilkörpers 60 vom Sitz 62 zu Beginn des Ausschiebehubes des Motors M vermieden werden.

Die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform unter-

scheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 4 vor allem durch einen anderen Kolben 51.

Nach Fig. 5 besitzt der Kolben 51 einen plungerartigen Fortsatz 51', welcher in allen Lagen des Kolbens 51 den Kolbenarbeitsraum 54 durchsetzt und in einer Gehäuseführung gleitverschiebbar und dicht geführt ist. Der Durchmesser des plungerartigen Fortsatzes 51' ist derart groß, daß eine sehr schmale Ringfläche 51'' gebildet wird; nur mit dieser schmalen Ringfläche 51'' kann der Kolben 51 im Kolbenarbeitsraum 54 wirksame Arbeit leisten.

Darüber hinaus sind im Kolben 51 Axial- und Radialbohrungen 69 angeordnet, welche eine Verbindung zwischen dem Kolbenarbeitsraum 54 und dem Kolbenarbeitsraum 55 ermöglichen, wenn die Bohrung 53 an der in Fig. 5 unteren Stirnseite des Kolbens 51 weder durch den Kopf des Bolzens 52 noch durch die dem Kolben 51 zugewandte Stirnseite des Plungers 50 abgesperrt wird.

Des weiteren hat der Plunger 50 in Fig. 5 im Vergleich zu Fig. 4 einen geringeren Durchmesser.

Aufgrund der angegebenen Bauweise kann die Pumpe P der Anordnung in Fig. 5 nur einen sehr geringen Förderstrom erzeugen, während der Motor M mit vergleichsweise sehr großem Mediendurchsatz arbeitet.

In Fig. 5 ist der Saugleitungsanschluß 56 mit einem Reservoir 41 für druckloses oder unter sehr geringem Druck stehendes Wasser verbunden, ebenso wie der Auslaßanschluß 59. Der Einlaßanschluß 58 ist mit einer Quelle 40 für Hochdruckwasser verbunden, welche auch an den Druckleitungsanschluß 57 angeschlossen ist.

Die in Fig. 5 dargestellte Anordnung kann als Wassermotor arbeiten und das Druckgefälle zwischen der Quelle 40 für Hochdruckwasser und dem Reservoir 41 in mechanische Arbeit umwandeln. Dabei dient die dem Motor M zugeordnete Pumpe P im wesentlichen nur dazu, die Ventile mit dem Ventilkörper 60 sowie dem Ventilkörperaggregat 65 zu steuern.

Aufgrund der Relativbeweglichkeit zwischen dem Plunger 50 und dem Kolben 51 kann wiederum erreicht werden, daß sich vor dem Abheben des Ventilkörpers 65' vom Sitz 68 bei Beginn des Arbeitshubes des Motors M zumindest angenäherte Druckgleichheit an dem Einlaßanschluß 58 sowie in dem Kolbenarbeitsraum 55 eingestellt hat und Kavitationserscheinungen vermieden werden.

Entsprechendes gilt, wenn sich der Ventilkörper 60 mit seiner Dichtfläche 60' vom Sitz 62 bei Beginn des Ausschiebehubes des Motors M abhebt.

#### Patentansprüche

1. Kombination von Verdrängerpumpe, insbesondere Kolbenpumpe, und mittels Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung gesteuertem, durch fluidisches oder hydraulisches Druckmedium antreibbarem Verdrängermotor, insbesondere Kolbenmotor, mit in Gleichtakt oder mit gleicher Taktfrequenz arbeitenden zwangsgekoppelten oder gemeinsamen Verdrängern oder Kolben für Pumpe und Motor, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9; 60, 65) des Motors (2, 5, 8, 9; 36, 37, 8, 9; M) fluidisch oder hydraulisch durch die Druckpulsationen im Pumpenarbeitsraum (4, 38, 54) gesteuert oder betätigt wird.
2. Kombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) des Motors (2, 5, 8, 9; 36, 37, 8, 9) fluidisch oder hydraulisch antreibbar ist, indem der Verdrän-



ger oder Kolben (21) eines Verdränger- oder Kolbenaggregates (21, 22, 23), welches auf der einen Seite seines Verdrängers oder Kolbens (21) mit dem oder einem Pumpenarbeitsraum (4, 38) verbunden oder verbindbar ist und dessen Verdränger oder Kolben (21) ständig in Richtung dieser einen Seite beaufschlagt oder beaufschlagbar ist, mit der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) antriebsgekoppelt ist und sich entsprechend dem pulsierenden Druck im Pumpenarbeitsraum (4, 38) zwischen seinen Endlagen verschiebt.

3. Kombination nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdränger oder Kolben (21) der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) — zumindest in Kombination mit dem Ventilkörper (13) dieser Ventilanordnung (9) — einen doppeltwirkenden Verdränger oder Kolben mit ungleich großen Wirkflächen bildet, daß der Pumpenarbeitsraum (4, 38) auf der Seite der größeren Wirkfläche angeschlossen ist, und daß auf der Seite der kleineren Wirkfläche der im wesentlichen konstante Druck der Druckseite von Pumpe (2, 4, 6, 7; 38, 39, 6, 7) oder Motor (2, 5, 8, 9; 36, 37, 8, 9) anliegt.

4. Kombination nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdränger oder Kolben von Pumpe (2, 4, 6, 7; 38, 39, 6, 7) und Motor (2, 5, 8, 9; 36, 37, 8, 9) jeweils — mindestens — eine pumpenseitige sowie eine motorseitige Wirkfläche besitzen.

5. Kombination nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anlage für umgekehrte Osmose (25) konzentratseitig ihrer Membran (27) mit dem Druckanschluß (30) der das zu filtrierende Medium (Filtrand) fördernden Pumpe (2, 4, 6, 7) sowie der Eingangsseite (10) des Einlaßventiles der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) und der einen Seite oder der der kleineren Wirkfläche des Verdrängers oder Kolbens (21) des die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) betätigenden Verdränger- oder Kolbenaggregates (21, 22, 23) kommuniziert, daß für Pumpe (2, 4, 6, 7) und Motor (2, 5, 8, 9) mindestens ein gemeinsamer Verdränger oder Kolben (2) mit jeweils einer größeren pumpenseitigen und einer kleineren motorseitigen Wirkfläche angeordnet ist, daß in der einen Hubrichtung dieses Kolbens (2) die Arbeitshübe von Pumpe (2, 4, 6, 7) und Motor (2, 5, 8, 9) und in der anderen Hubrichtung der Saughub der Pumpe (2, 4, 6, 7) sowie der Ausschiebehub des Motors (2, 5, 8, 9) erfolgen, und daß das Größenverhältnis dieser Wirkflächen etwa dem Volumenverhältnis des bei der umgekehrten Osmose erzeugten Konzentrattromes und Filtratstromes entspricht.

6. Kombination nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Arbeitsraum (5, 36) des Motors (2, 5, 8, 9; 36, 37, 8, 9) ein 3/2-Ventil (9) zugeordnet ist, welches in seiner einen Lage den Arbeitsraum (5, 36) mit der Druckseite (10) und in der anderen Lage mit der Niederdruckseite (11) verbindet.

7. Kombination nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das 3/2-Ventil (9) einen mit zwei Sitzen (15', 15'') zusammenwirkenden Ventilkörper (13) aufweist, welcher in einer mit dem Motorarbeitsraum (5, 36) kommunizierenden Kammer (12) arbeitet und in seiner einen Endlage auf dem einen und in seiner anderen Endlage auf dem anderen Sitz (15', 15'') aufliegt und dabei jeweils eine Passa-

ge (17, 18) zur Hoch- oder Niederdruckseite (10, 11) abschließt.

8. Kombination nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Ventilkörper (13) der Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) mit dem Verdränger oder Kolben (21) des die genannte Ventilanordnung (9) betätigenden Verdränger- oder Kolbenaggregates (21, 22, 23) mittels Stange (20) verbunden sind.

9. Kombination nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in einer den Pumpenarbeitsraum (4, 38) mit der einen Seite des die Einlaß- und Auslaß-Ventilanordnung (9) betätigenden Verdränger- oder Kolbenaggregates (21, 22, 23) verbindenden Leitung (24) ein Umschaltventil (43) angeordnet ist, welches in seiner einen Schaltstellung die Zweige (24', 24'') dieser Leitung (24) miteinander verbindet und in seiner anderen Schaltstellung einerseits den pumpenseitigen Leitungszweig (24') absperrt und andererseits den zum Verdränger- oder Kolbenaggregat (21, 22, 23) führenden Leitungszweig (24'') mit einem drucklosen oder geringen Druck aufweisenden Reservoir (42) od. dgl. verbindet.

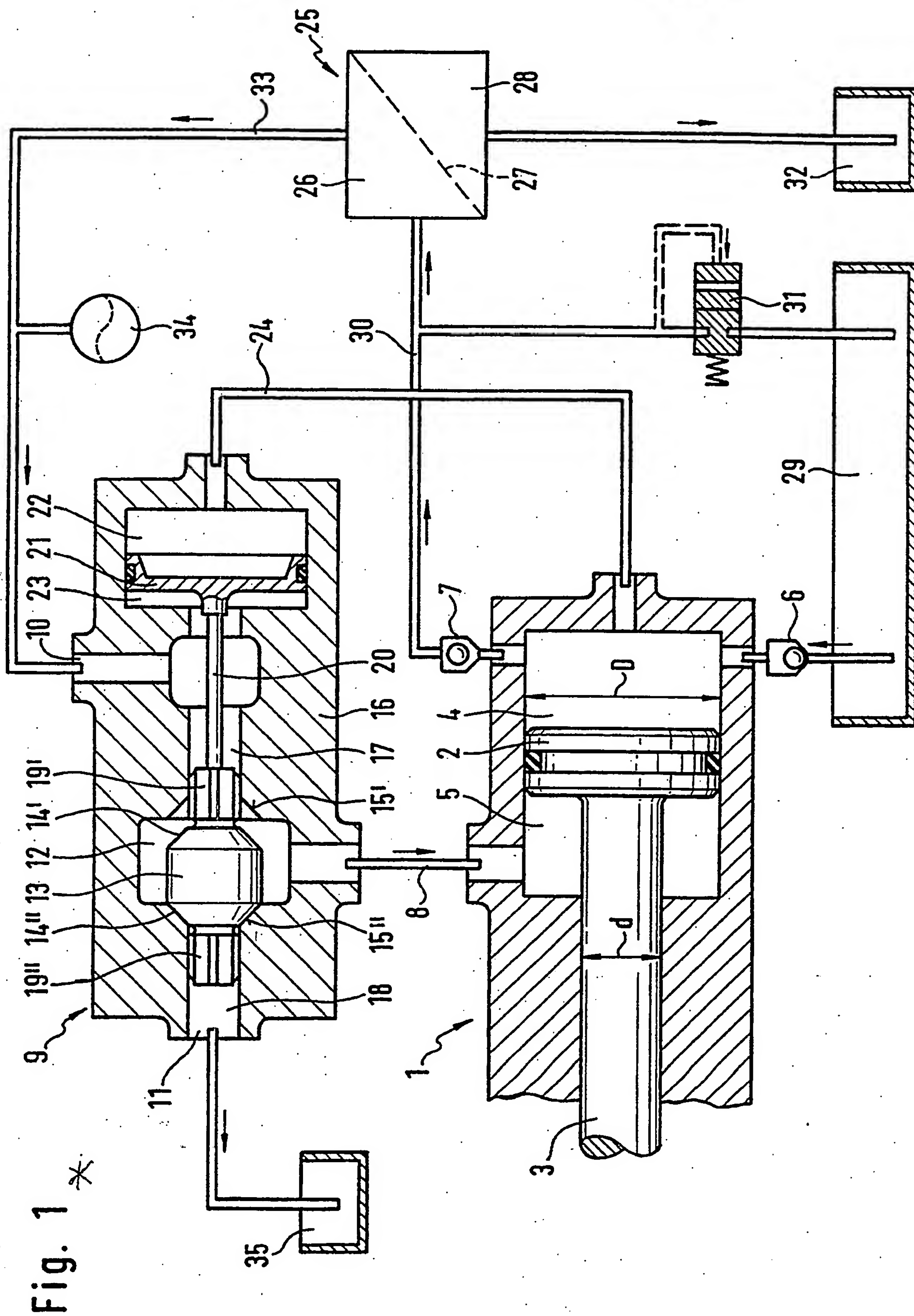
10. Kombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile der Pumpe (P) mit den Ventilen des Motors (M) zwangsgekoppelt sind.

11. Kombination nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Pumpe (P) und Motor (M) Ventile mit gemeinsamen Ventilkörpern (60) bzw. Ventilkörperaggregaten (65) besitzen.

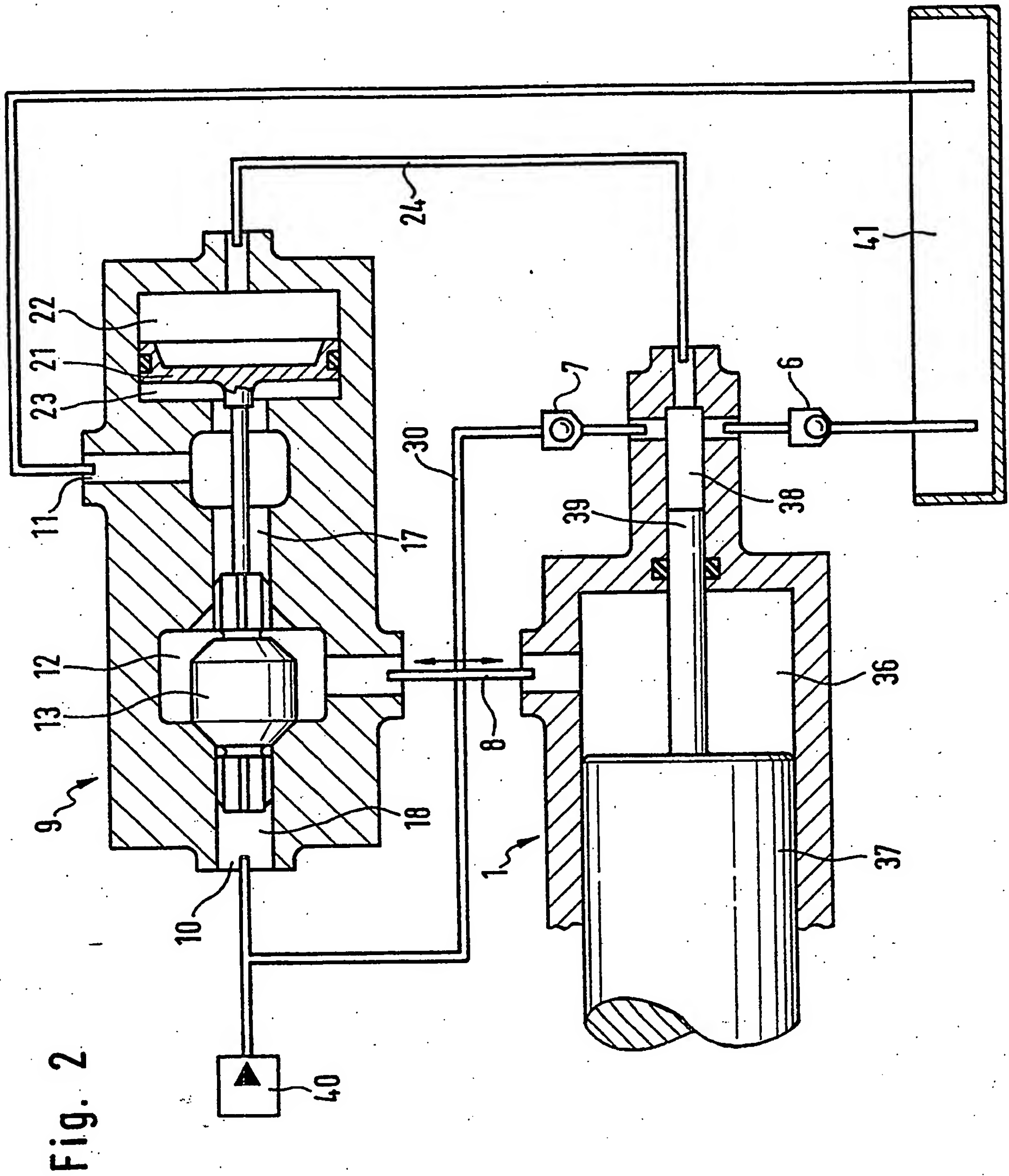
12. Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kolben (51), der einen Pumpenarbeitsraum (54) von einem Motorarbeitsraum (55) abtrennt, motorseitig mit einem Plunger (50) verbunden ist, welcher geringeren Querschnitt als der Kolben (51) aufweist, den Kolben (51) mit einem Antriebsaggregat bzw. einem Abtriebsaggregat koppelt und relativ zum Kolben (51) begrenzt beweglich ist, wobei außerhalb der beiden Endlagen von Kolben (51) und Plunger (50) relativ zueinander eine Verbindung zwischen Pumpen- und Motorarbeitsraum (54, 55) geöffnet ist.

13. Kombination nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile der Pumpe (P) nach Art von Rückschlagventilen arbeiten und bei Druckgefälle von der Saugseite zum Pumpenarbeitsraum (54) bzw. vom Pumpenarbeitsraum (54) zur Druckseite der Pumpe (P) öffnen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen







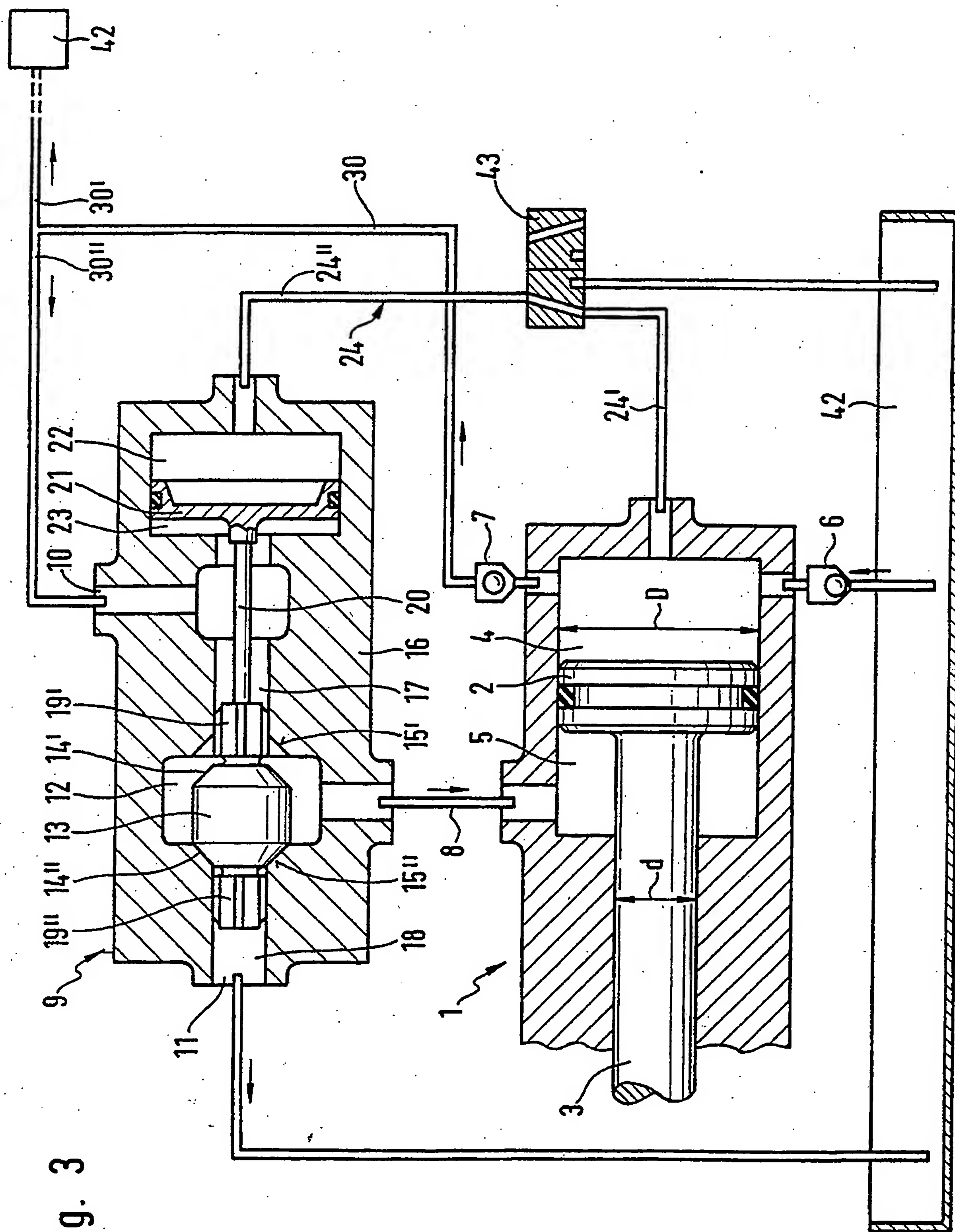


Fig. 3



